

523.216

Rec'd PCT/PTO 28 JAN 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Februar 2004 (26.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/017439 A2(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 51/20,
21/768(DE). CLEMENS, Wolfgang [DE/DE]; Kornstrasse
5, 90617 Puschendorf (DE). KNOBLOCH, Alexander,
Friedrich [DE/DE]; Eschenstrasse 12, 91233 Neunkirchen
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002303 ✓

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Juli 2003 (09.07.2003)(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

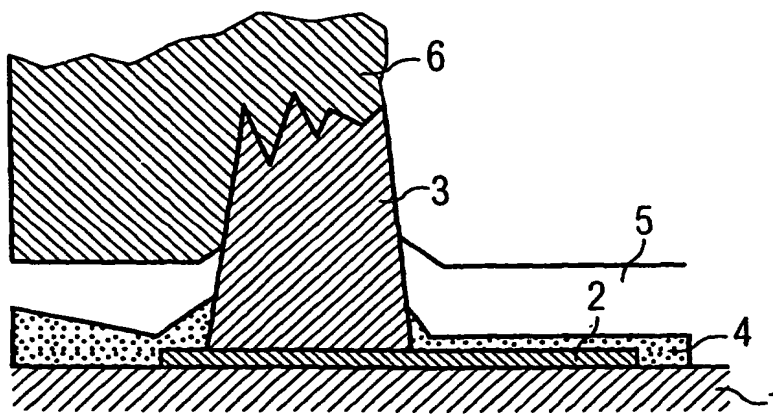
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).(30) Angaben zur Priorität:
102 34 646.1 29. Juli 2002 (29.07.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERNDS, Adolf
[DE/DE]; Adalbert-Stifter-Strasse 11, 91083 BaiersdorfZur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT COMPRISING PREDOMINANTLY ORGANIC FUNCTIONAL MATERIALS AND
METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF(54) Bezeichnung: ELEKTRONISCHES BAUTEIL MIT VORWIEGEND ORGANISCHEN FUNKTIONSMATERIALIEN UND
HERSTELLUNGSVERFAHREN DAZU(57) Abstract: The invention relates
to an electronic component made of
predominantly organic functional materials
having improved through-plating. The
through-plating is provided in the form of
a free-standing elevation prior to application
of the insulating layer.(57) Zusammenfassung: Die Erfindung
betrifft ein Elektronisches Bauteil aus vor-
wiegend organischen Funktionsmaterialien
mit verbesserter Durchkontaktierung. Die
Durchkontaktierung wird vorliegend vor
Aufbringung der isolierenden Schicht als
freistehende Erhebung gebildet.

WO 2004/017439 A2

Beschreibung

Elektronisches Bauteil mit vorwiegend organischen Funktionsmaterialien und Herstellungsverfahren dazu

5

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauteil mit vorwiegend organischen Funktionsmaterialien mit verbesserter Durchkontaktierung.

10 Es sind Bauelemente z.B. aus der GR2001P03239; 2001P20024 in der sogenannten „Polymerelektronik“ bekannt. Damit ist die neue, nicht auf den traditionell bekannten halbleitenden Materialien auf Silizium Basis, fußende Elektronik aus im wesentlichen organischen Materialien, insbesondere aus Schichten von organischen Kunststoffen (plastics) gemeint. Mit dem System zur Erzeugung von Durchkontaktierungen (Vias-Bildung) für die Polymerelektronik werden leitfähige Verbindungen zwischen Schichten in unterschiedlichen Bauelementebenen ermöglicht. Dabei durchdringt eine Durchkontaktierung eine oder
15 mehrere isolierende oder halbleitende Zwischenschichten, also sogenannte „mittlere Funktionsschichten“. Diese Durchkontaktierungen sind für die Herstellung logikfähiger, integrierter Schaltungen essentiell. Sie können sowohl mit einer Drucktechnik, als auch auf herkömmlichem Weg mittels optischer Lithographie erzeugt werden. Mit einem Druckverfahren kann dieser Prozessschritt in eine Massenfertigung integriert werden, was vor allem bei der Herstellung von low-cost Artikeln essentiell ist.
20

30 Bei der Produktion dieser Elektronikbauteile wird das vorwiegend organische Material über Dünnschichtprozesse aufgetragen. Weil die dünnen Filme eine hohe Empfindlichkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung und/oder chemischen Lösungsmitteln haben, werden hohe Anforderungen an die Prozesse zur Bildung der Durchkontaktierungen gestellt. Diese hohen Anforderungen schlagen sich selbstverständlich in den Produktionskosten
35 nieder. Bisher werden Durchkontaktierungen auf den fertigen

dünnen Schichten vorgenommen, wobei die Gefahr, dass die dünnen Schichten Schaden nehmen, sehr schwer wiegt, weil die Funktionalität des gesamten Bauelements in Frage steht, sobald eine der Funktionsschichten beschädigt ist.

5

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen massenproduktionskompatiblen Prozess zur Herstellung zumindest einer Durchkontaktierung zu schaffen, der den Eigenschaften der empfindlichen dünnen Schichten aus organischem Material Rechnung trägt. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein elektronisches Bauteil zu schaffen, das zumindest eine Durchkontaktierung hat, die vor der isolierenden Schicht aufgebracht wurde.

10

Gegenstand der Erfindung ist daher ein elektronisches Bauteil mit vorwiegend organischen Funktionsschichten, das über zumindest eine Durchkontaktierung verfügt, deren Querschnittsprofil so charakteristisch ist, dass man daran erkennen kann, dass vor dem Aufbringen zumindest einer mittleren Funktionsschicht zumindest eine untere Schicht lokal behandelt wurde. Außerdem ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung zumindest einer Durchkontaktierung eines elektronischen Bauteils aus vorwiegend organischem Material, bei dem vor dem Aufbringen der isolierenden Schicht die Durchkontaktierung gebildet wird.

15

20

25

Bislang werden Vias immer dadurch gebildet, dass in vorhandene Schichten durch Bohren, Wegätzen oder übliche Methoden der Nicht-Vernetzung wie Lithographie, etc. Löcher nachträglich eingebracht werden, die dann mit leitendem Material zur Bildung der Durchkontaktierung aufgefüllt werden. Dabei ergibt sich meistens ein gleichbleibender Querschnitt der gebildeten Durchkontaktierung, der am fertigen Produkt mittels eines Querschnittsprofils charakteristisch und einfach erkennbar ist.

30

35

Mit der hier erstmals vorgeschlagenen Methode, die Durchkontaktierung (VIAS) auf dem Substrat, der leitenden und/oder

der halbleitenden Schicht, jedenfalls vor der durchzukontaktierenden, also in der Regel der isolierenden, Schicht aufzubringen, werden Durchkontaktierungen geschaffen, die zumindest gemäß einiger Ausführungsformen ein Querschnittsprofil haben, das sich von unten nach oben verjüngt, vergleichbar mit einem Kegelstumpf. Die Konturen der Vias haben in der Regel auch eine für die Herstellungsart, z.B. Drucken, typische Form. Die nachfolgenden durchzukontaktierenden Schichten passen sich um die Vias herum weitgehend dieser Form an. Die Konturform ist z.B. nach einer Ausführungsform - mikroskopisch betrachtet - nicht scharf gezogen und/oder sogar gezackt, wohingegen die Konturen der herkömmlichen, durch nachträgliches Bohren erhältlichen Vias in der Regel scharfe Konturen haben.

Die Vias werden nach einer Ausführungsform in der Gestalt freistehender Erhebungen gebildet. Die Durchkontaktierung geschieht dabei erst mit Aufbringen der dünnen und/oder isolierenden Schicht. Von Vorteil ist, wenn die Oberfläche der Vias rau ist für den späteren Kontakt mit dem oberen Leiter. Wenn es sich bei der (n) isolierenden Schicht(en) um (einen) dünne(n) Film(e) handelt, entstehen die Durchkontaktierungen in der Folge automatisch, weil der Film aus organischem Material an den Durchkontaktierungspunkten, auch wenn die Erhebung nicht die ganze Dicke der Schicht hoch ist, aufbricht. Durch die so erzeugten Löcher im isolierenden Film kann eine elektrische Verbindung zwischen den verschiedenen Ebenen eines elektronischen Bauelements erzeugt werden. Dabei können entweder die Löcher erst nachträglich mit einem leitfähigen Medium aufgefüllt werden, oder die zuerst aufgebrachten Durchkontaktierungen sind bereits leitfähig.

Für den Fall, dass es sich nicht um einen dünnen Film handelt, der selbständig aufbricht, kann durch gezielte mechanische Behandlung ein Durchbruch an den Durchkontaktierungsstellen erreicht werden.

In jedem Fall werden aber gemäß der Erfindung die Vias vor der mittleren Funktionsschicht, also in der Regel einer isolierenden, Schicht aufgebracht und somit bleiben die empfindlichen, vorzugsweise strukturierten Schichten von dem Prozess
5 der Durchkontaktierung verschont.

Der Begriff "organisches Material" oder "Funktionsmaterial" oder "(Funktions-)Polymer" umfasst hier alle Arten von organischen, metallorganischen und/oder organisch-anorganischen
10 Kunststoffen (Hybride), insbesondere die, die im Englischen z.B. mit "plastics" bezeichnet werden. Es handelt sich um alle Arten von Stoffen mit Ausnahme der Halbleiter, die die klassischen Transistoren bilden (Germanium, Silizium), und der typischen metallischen Leiter. Eine Beschränkung im dog-
15 matischen Sinn auf organisches Material als Kohlenstoff-enthaltendes Material ist demnach nicht vorgesehen, vielmehr ist auch an den breiten Einsatz von z.B. Siliconen gedacht. Weiterhin soll der Term keiner Beschränkung im Hinblick auf die Molekülgröße, insbesondere auf polymere und/oder oligome-
20 re Materialien unterliegen, sondern es ist durchaus auch der Einsatz von "small molecules" möglich. Der Wortbestandteil "polymer" im Funktionspolymer ist historisch bedingt und enthält insofern keine Aussage über das Vorliegen einer tatsächlich polymeren Verbindung.

25

Im Folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung noch anhand von Figuren näher erläutert, die, im Sinne einer besseren Verdeutlichung, überzeichnete beispielhafte Querschnittsprofile zeigen.

30

Figur 1 zeigt ein Trägersubstrat (z.B. eine PET-Folie) 1 mit den entsprechenden unteren Leiterbahnen 2 (z.B. Gold, Polyanilin, PEDOT, Carbon Black, Graphit, Leitsilber).

35

Figur 2 zeigt zu dem Aufbau der Figur 1 die freistehende Durchkontaktierung 3, die auf einer unteren Leiterbahn und/oder Schicht 2 aufgebracht wurde. Die Durchkontaktierung 3

ist beispielsweise durch eine Drucktechnik und/oder lithographisch aufgebracht worden. Jede beliebige Herstellungsweise, die eine solche Durchkontaktierung 3 auf einer unteren Schicht 2 produziert, ist denkbar. Die Durchkontaktierung 3 besteht z.B. aus Polyanilin, PEDOT, Carbon Black, Graphit, Leitsilber. Sie kann aber auch aus einem anderen leitenden oder nichtleitendem Material geschaffen sein. Die Form dieser Durchkontaktierung 3 kann z.B. turmförmig mit von unten nach oben sich verjüngender Gestalt sein. Die Oberfläche kann eine gewisse Rauigkeit aufweisen, was die spätere Kontaktierung unterstützt. Da das Substrat 1 und die Leiterbahn(en) 2 in der Regel eine hohe mechanische Stabilität haben, kann für die Herstellung der Durchkontaktierung 3 ein Massenfertigungsprozess problemlos eingesetzt werden.

Figur 3 zeigt wieder denselben Aufbau in einer anderen Prozessstufe, wo bereits zwei weitere Schichten 4 und 5 aufgebracht sind, die aus halbleitendem oder isolierendem Material bestehen können. Als Halbleiter kommt z.B. in Frage: Polyalkylthiophen oder Polyfluoren, als Isolator z.B. Polyhydroxystyrol, Polymethylmethacrylat oder Polystyrol. Die Durchkontaktierung 3 durchstößt aufgrund ihrer Größe und/oder ihrer Beschaffenheit die zwei mittleren Funktionsschichten 4,5 und bildet somit den erwünschten Kontakt.

In Figur 4 erkennt man die obere Leiterbahn 6 auf dem, aus den anderen Figuren bekannten Aufbau und es ist zu sehen, dass durch die Durchkontaktierung 3 eine leitende Verbindung zwischen der unteren Leiterbahn 2 und der oberen Leiterbahn 6 zustande kommt.

In Figur 5 erkennt man den gleichen Schichtaufbau wie aus den Figuren 1-3, nur dass bei Figur 5 die beiden Funktionsschichten 4,5 auf eine Schicht 4 beschränkt sind.

In Figur 6 sind zwei solcher Aufbauten wie in Figur 5 gezeigt, wobei ein Aufbau um 180 Grad gedreht ist, so dass die jeweiligen Durchkontaktierungen 3 sich gegenüberstehen.

- 5 In Figur 7 sind die beiden Aufbauten in Kontakt zueinander gebracht worden, wie es beispielsweise in einem Laminationsprozess geschieht. Dadurch bilden sowohl die jeweiligen Funktionsschichten 4,5 und die jeweiligen Vias eine Einheit und stellen die definierte elektrische Verbindung her. Die
10 Form der dabei resultierenden Durchkontaktierung 3, die im Querschnittsprofil erkennbar ist, ist hier ein Hyperboloid, also die Form zweier „Kopf-Kopf“ verknüpfter Kegelstümpfe.

- In Figur 8 ist eine andere Art der Herstellung der Durchkontaktierung gezeigt. Auf die untere Leiterbahn 2 wurde eine
15 definierte Störstelle 7 aufgebracht. Diese kann sowohl aus leitfähigem als auch aus isolierendem Material bestehen. Des Weiteren kann die Störstelle 7 durch eine lokale chemische oder physikalische Behandlung entstanden sein. Die Formung
20 des Durchkontakts 3 geschieht durch Aufreißen der Funktionsschicht(en) 4 an der Störstelle 7 und nachfolgendes Auffüllen des Bereiches um die Störstelle 7 herum mit leitfähigem Material der oberen Leiterbahn 6.

- 25 Die Störstelle 7 bewirkt, dass um sie herum die nachfolgend aufgebrachte(n) mittleren Funktionsschicht(en) 4,5 aufreißt und/oder durch Nicht-Benetzen oder auf sonstigem Wege ausbleibt, so dass ein Bereich um die Störstelle 7 entsteht, in dem die zu kontaktierende untere Schicht 2 bei der Bildung
30 der oberen zu kontaktierenden Schicht 6 frei liegt.

- Die Kontaktierung der leitenden Schicht 2 mit der leitenden Schicht 6 funktioniert dadurch, dass der freigelegte Bereich auf der Schicht 2 größer ist als die Störstelle 7. Deshalb
35 kann die Störstelle 7 sowohl aus leitendem als auch isolierendem Material bestehen.

Die Durchkontaktierung 3 wird also in der Weise erzeugt, dass beim Aufbringen der Halbleiter- und Isolatorschicht die untere Leiterschicht 2 in Figur 1 lokal nicht benetzt wird. D.h. es werden am Ort der Vias bewusst Löcher in den durchzukontaktierenden Schichten erzeugt. Die eigentliche Durchkontaktierung 3 erfolgt dann durch Auffüllen dieser Löcher mit leitfähigem Material der oberen Leiterbahn 6. Das geschieht z.B. automatisch beim Aufbringen der Gate-Ebene.

- 10 Das lokale Nichtbenetzen kann auch so geschehen, dass dort bewusst eine Störung erzeugt wird, an der der Film aufreißt und somit ein Loch bildet. Die Störung kann ein - durch Drucken - aufgebrachtes Material sein, wobei die natürliche Form des Materials (Partikel) oder die erzeugte Form (Spitze) den Prozess des Aufreißens unterstützt. Eine weitere Möglichkeit für
15 das lokale Nichtbenetzen umfasst, dass dort die physikalisch/chemischen Eigenschaften der Oberfläche verändert werden. Die Veränderten physikalisch/chemischen Eigenschaften können z.B. eine erhöhte Oberflächenenergie sein, wodurch es von vornherein zu keiner Benetzung dieser Stelle kommt, was wieder den gleichen Effekt, nämlich die Lochbildung, zur Folge hat. Die erhöhte Oberflächenenergie ist z.B. durch Aufdrucken einer chemischen Lösung (Lösungsmittel, Säure, Base, einer reaktiven Verbindung) und anschließendem Entfernen und/oder selbstständigem Verdunsten möglich.
20
25

- Eine physikalische (lokale) Behandlung der unteren Funktionsschicht kann z.B. durch Aufrauung, Laserbestrahlung, Plasma-
behandlung (z.B. Corona), UV-Bestrahlung, IR-Bestrahlung
30 und/oder thermische Behandlung erfolgen.

- Ferner ist es möglich, lokal z.B. ein Material (Lack, Wachs...) aufzubringen, das nicht benetzende Eigenschaften hat oder die Benetzung verhindert (vergleich zu obigen Störstellen). Dieses Material kann vor oder nach Aufbringung der
35 Zwischenschichten wieder entfernt werden, wodurch an der Stelle der Durchkontaktierung ein Loch in der Deckschicht

vorhanden ist, das dann mit der leitfähigen Oberschicht gefüllt wird.

- Bei der Ausführungsform der Durchkontaktierung als Erhebung mit leitfähigem oder nicht leitfähigem Material kann sowohl die Spitze der Erhebung durch die Funktionsschicht „durchstechen“ als auch kürzer als die Dicke der Funktionsschicht sein, also eine einfache Erhebung, die nicht durch die Funktionsschicht durchgeht. In dem, auf die Bildung der Vias folgenden, Druckprozess der Gate Elektrode werden die leitenden Komponenten (untere und obere Schicht/Leiterbahn 2 und 6) sowieso durch Druck in Kontakt gebracht, weil die Zwischenschichten 4,5 vergleichsweise dünn sind.
- Bei den schnellen Verarbeitungsgeschwindigkeiten eines Massenfertigungsprozesses ist eine mechanische Beanspruchung des Druckgutes äußerst kritisch und sollte nach Möglichkeit immer umgangen werden. Eine direkte Bearbeitung der isolierenden Schicht würde unkontrollierbare Defektstellen verursachen.
- Durch die hier beschriebene Möglichkeit der Herstellung der Vias wird erstmals eine Integration der Durchkontaktierung in einen Massenfertigungsprozess ermöglicht.

Patentansprüche

1. Elektronisches Bauteil mit vorwiegend organischen Funktions-
schichten, das über zumindest eine Durchkontaktierung
5 (3) verfügt, deren Querschnittsprofil (Figuren 1 bis 8)
so charakteristisch ist, dass man daran erkennen kann,
dass vor dem Aufbringen zumindest einer mittleren Funktions-
schicht (4,5) zumindest eine untere Funktionsschicht
(2) lokal behandelt wurde.
10
2. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 1, bei dem das Quer-
schnittsprofil als Durchkontaktierung (3) eine freiste-
hende Erhebung aus elektrisch leitfähigem oder nicht
leitfähigem Material zeigt.
15
3. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 2, bei dem das leit-
fähige Material Polyanilin, Pedot, Carbon Black, Graphit,
Leitsilber und/oder Metall und/oder eine Mischung hieraus
umfasst.
20
4. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 2, bei dem die mitt-
lere Funktionsschicht (4,5) und/oder das nichtleitende
Material ein isolierendes Material wie Polyhydroxystyrol,
Polymethylmethacrylat und/oder Polystyrol und/oder ein
25 halbleitendes Material wie Polyalkylthiophen und/oder
Polyfluoren und/oder eine Mischung hieraus umfasst.
5. Elektronisches Bauteil nach einem der vorstehenden An-
sprüche, bei dem die Oberfläche der als Erhebung gebilde-
ten Durchkontaktierung (3) eine Rauigkeit hat, die eine
30 spätere Kontaktierung unterstützt.
6. Elektronisches Bauteil nach einem der vorstehenden An-
sprüche, bei dem das Querschnittsprofil eine chemische
35 Behandlung zumindest einer unteren Funktionsschicht (2)
zeigt.

7. Elektronisches Bauteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Querschnittsprofil eine physikalische Behandlung zumindest einer unteren Funktionsschicht (2) zeigt.

5

8. Elektronisches Bauteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Querschnittsprofil auf der zumindest einen unteren Funktionsschicht eine lokale Störstelle (7) zeigt.

10

9. Elektronisches Bauteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Querschnittsprofil eine vorangegangene lokal begrenzte Veränderung der Oberflächenenergie der unteren Funktionsschicht (2) zeigt, an der keine Benetzung durch ein nachträglich aufgebracht organisches Material einer folgenden mittleren Funktionsschicht (4,5) erfolgte.

15

10. Elektronisches Bauteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem ein lokal auf der unteren Funktionsschicht (2) aufgebracht Material (7) vor oder nach Aufbringung der mittleren Funktionsschicht (4,5) wieder entfernt wird.

20

11. Elektronisches Bauteil nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Bauteil auf einem Kunststoff-Substrat aufgebaut ist, das eines der folgenden Materialien umfasst: PET, PP, PEN, Polyimid, Polyamid und/oder beschichtetes Papier.

25

30

12. Verfahren zur Herstellung zumindest einer Durchkontaktierung eines elektronischen Bauteils aus vorwiegend organischem Material, bei dem vor dem Aufbringen der isolierenden Schicht die Durchkontaktierung gebildet wird.

35

11

13. Verwendung eines Bauteils nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Herstellung von elektronischen lowest-cost Produkten, wie RFID-tags, Etiketten und/oder sonstiges.

FIG 1

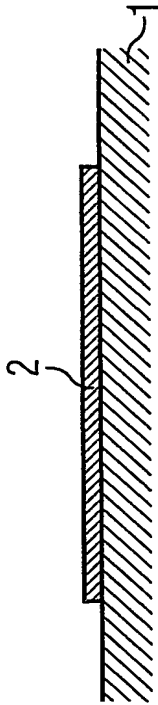


FIG 2

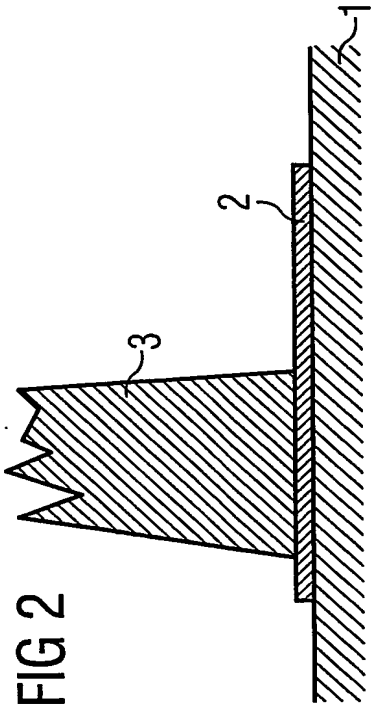


FIG 3

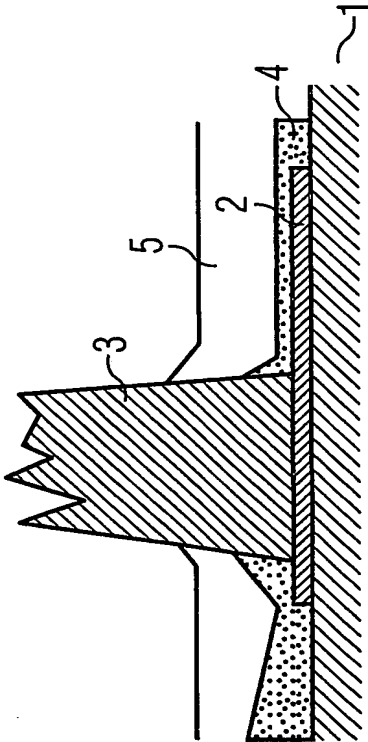


FIG 4

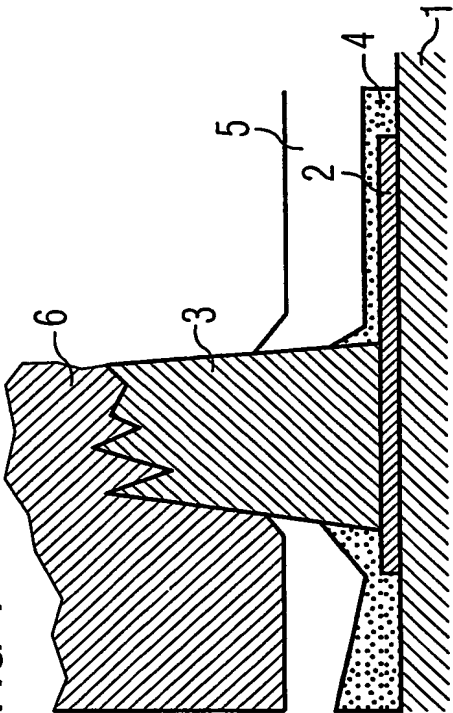


FIG 6

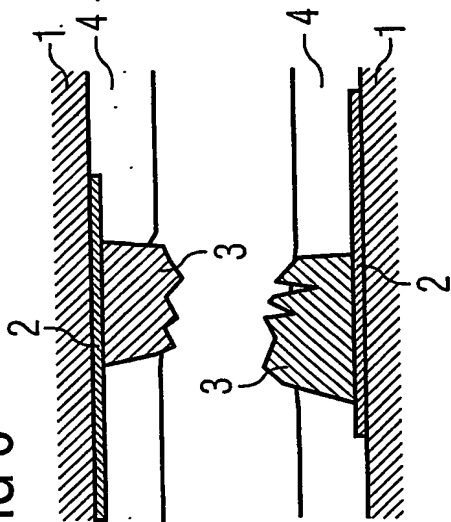


FIG 5

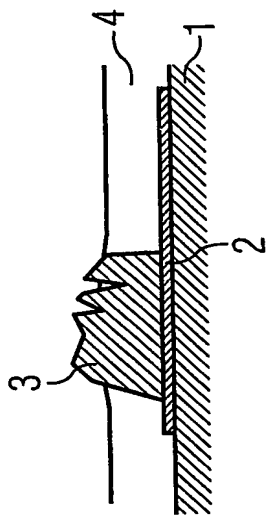


FIG 7

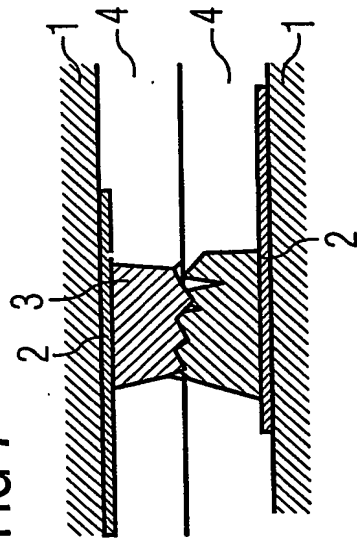


FIG 8

